

1998年3月25日南極プレート内の巨大地震

東野陽子¹・神沼克伊²

A Great Earthquake in the Antarctic Plate on 25 March 1998

Yoko TONO¹ and Katsutada KAMINUMA²

Abstract: A great earthquake occurred in the Antarctic Plate at 03 h 12 m 24.7s (UT) on 25 March 1998. The location and magnitude of the earthquake determined by United States Geological Survey are as follows: 62.876°S, 149.712°E, 10 km depth m_b 6.8, M_s 8.0. In response to a request for earthquake information from Syowa Station (69°00'S, 39°35'E) to Dumont d'Urville Station of France (66°40'S, 140°01'E), the station leader reported that all wintering members in the station felt a quake and something on the shelf in the building fell down. The intensity at the station was estimated to be III~IV by the intensity scale of Japanese Meteorological Agency. This earthquake is the first great earthquake of magnitude 8 recorded in the Antarctic Plate since IGY of 1957 and the first earthquake felt in Antarctica except for volcanic earthquakes.

要旨: 1998年3月25日03時12分(UT)頃、南極プレート内の62.876°S, 149.712°Eで、 M_s 8.0の巨大地震が発生した。昭和基地(SYO: 69°00'S, 39°35'E)からの問い合わせに対し、フランスのDumont d'Urville基地(DRV: 66°40'S, 140°01'E)では全員が揺れを感じ、落下物もあったと言うから日本の気象庁震度階でⅢ~Ⅳに相当する。昭和基地では4時間にわたり連続して地震動が記録された。DRVの震央距離は670kmであるから、日本の関東地震(1923年, $M=7.9$)を岡山付近で感じたことになり、有感半径が700kmの関東地震と同じ規模かそれ以上の大きな地震だったことが分かる。この地震は南極プレート内で起こった初めてのM8クラスの地震であり、南極大陸での初めての有感地震であった。

1. はじめに

南極大陸を含む南極プレートは周辺を海嶺とトランスフォーム断層で囲まれ、プレートの沈み込み口(海溝)がなく、ほとんど動かないプレートとして知られている。主な地震活動はプレート境界に限られ、極めて稀に大陸周辺の南大洋で最大のマグニチュード(M)7以下のプレート内地震が発生している。南極大陸及び周辺の島々には1957年の国際地球観測年(IGY)で約10カ所の地震観測点が設けられ、今日まで観測が継続されている。南極大陸内

¹ 京都大学大学院理学研究科. Graduate School of Science, Kyoto University, Kitashirakawa, Sakyo-ku, Kyoto 606-8224.

² 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

の地震活動は極めて低く、1970年代、1980年代をみても $M4$ 程度の地震が10年間に数個起こる程度で、 $M5$ 以上の地震が起こった記録はない (KAMINUMA, 1994)。

1998年3月25日、南極～オーストラリア海嶺のプレート境界に近い南極プレート内で $M8$ に達する地震が発生した。 $M8$ クラスの巨大地震のほとんどはプレートの沈み込む海溝型のプレート境界で起こるのが一般的な考えであったが、プレート内で起こったところに、この地震の特徴がある。その概要を述べ、地震学的な意義を考える。

2. 震源要素

アメリカ地質調査所 (USGS) の地震情報センター (NEIC) によって決定された震源要素は以下の通りである。

発震日時: 1998年3月25日 03h12m24.7s (UT)

緯度・経度: 62.876°S , 149.712°E

深さ: 10km

マグニチュード: $m_b=6.6$, $M_s=8.0$, $M_w=7.7$

決定された二つの節面

断層の方向: 94° , 187°

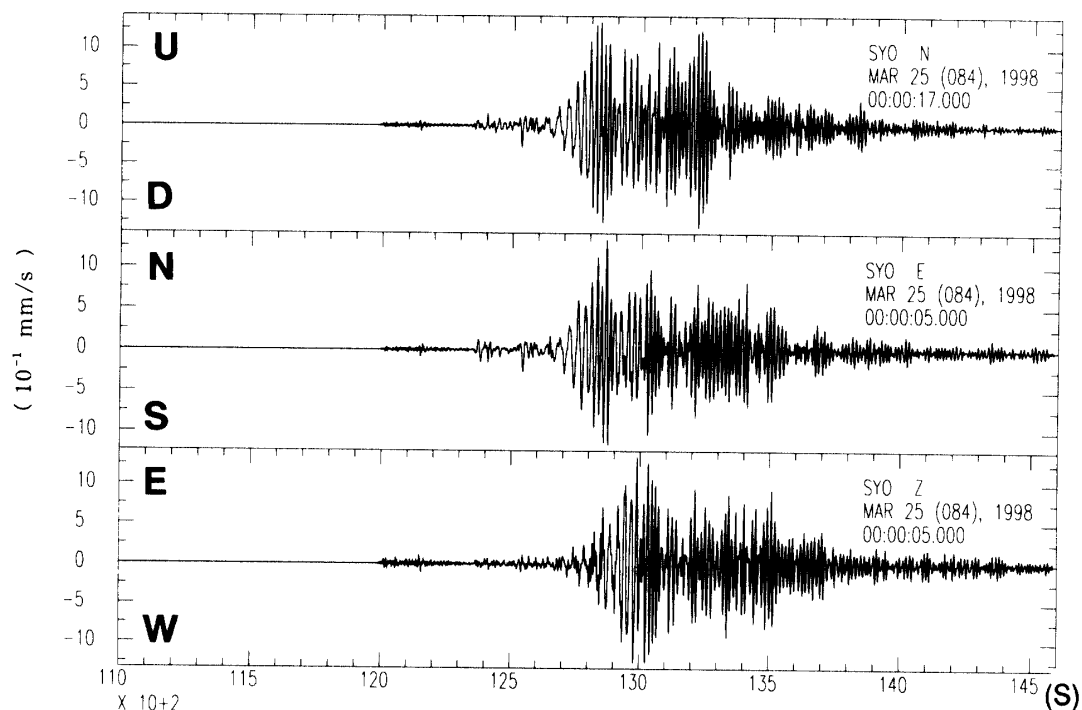


図 1 1998年3月25日に起こった巨大地震の昭和基地で記録した3成分のデジタル地震記録
 Fig. 1. Three-component seismograms of the great earthquake recorded by the broadband digital seismographs at Syowa Station on March 25, 1998. This earthquake is the first recorded great one in the Antarctic plate.

断層の傾き: 76° , 81°

滑り面の角度: -9° , -165°

解放されたエネルギー: 4.6×10^{20} Nm

昭和基地 (SYO: $39^{\circ}00'S$, $69^{\circ}35'E$) は震央距離 4374.5 km で、主な波動のおよその予想到達時刻は以下の通りであった。

P 波 03 h 20 m 54.8 s S 波 03 h 25 m 57.4 s.

アナログ記録のモニター上では、振動は4時間以上続いた。昭和基地から国立極地研究所に送られたデジタル記録を図1に示した。震央距離が短いためと思われるが、ラブ波とレーリー波の分離が十分でないが、後続波を含めて、きちんと記録されていることが確認された。

なお NEIC の報告によれば、本震以後、同日だけで4回の余震を記録している。最大余震は $m_b=5.8$, $M_s=6.1$, $M_w=6.5$ で、その他は m_b が 4.6, 5.5, 4.8 である。

3. 有感地震

昭和基地からの問い合わせに対し、フランスの Dumont d'Urville 基地 (DRV: $66^{\circ}40'S$, $140^{\circ}01'E$) では、基地にいる全員が地震を感じ、落下した物もあったという回答があった(昭和基地からの『月例報告・一般概況』)。日本で気象庁が採用している震度階に従えば震度ⅢからⅣである。

地震発生当日、国立極地研究所から中国の中山基地 ($69^{\circ}22'S$, $76^{\circ}23'E$) に連絡したところ、同基地の重力計及び地震計では大きな振動を記録したようであるが、揺れは感じなかったとのことであった。

DRV への震央距離は 670 km で、東京から岡山の距離である。1923 年の関東地震 ($M=7.9$) では岡山付近の震度はⅢで、今回の地震の DRV とほぼ同じである。関東地震のモーメントマグニチュードは $M=8.2$ と求められているから、これもほぼ同じである。これらの事実からも、今回の地震が M8 クラスの巨大地震であったことは確かである。

4. 震源域のテクトニクス

プレート内になぜ巨大地震が起きたかを考えるため、震源付近のテクトニクスを図2に示す。点線で示したように南極プレートの境界域から、プレート内側に向かって何本も断裂帯が延びている。現在得られている震源情報は速報なので、震源決定の精度は ± 100 km 程度であろう。従って、現時点でこの地震と震源域のテクトニクスを詳しく述べることは早計であるので、本稿では概略を考える。南極の地震観測点の数点以上のデータも使った詳細な解析を行う必要がある。

図3に本震発生日に起こった4個の余震の震央を本震の震央とともに示した。また NEIC

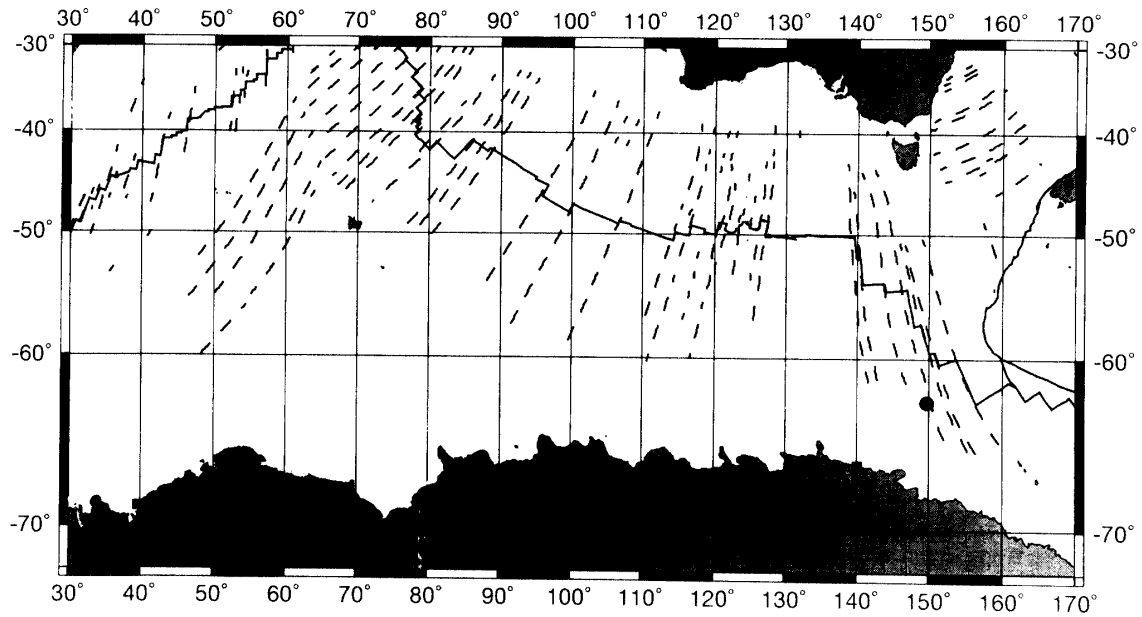


図 2 地震の震央と昭和基地，デュモン・デュルビル基地，中山基地の位置
 Fig. 2. The location of the earthquake epicenter, Syowa, Dumont d'Urville and Zhongshan Stations.

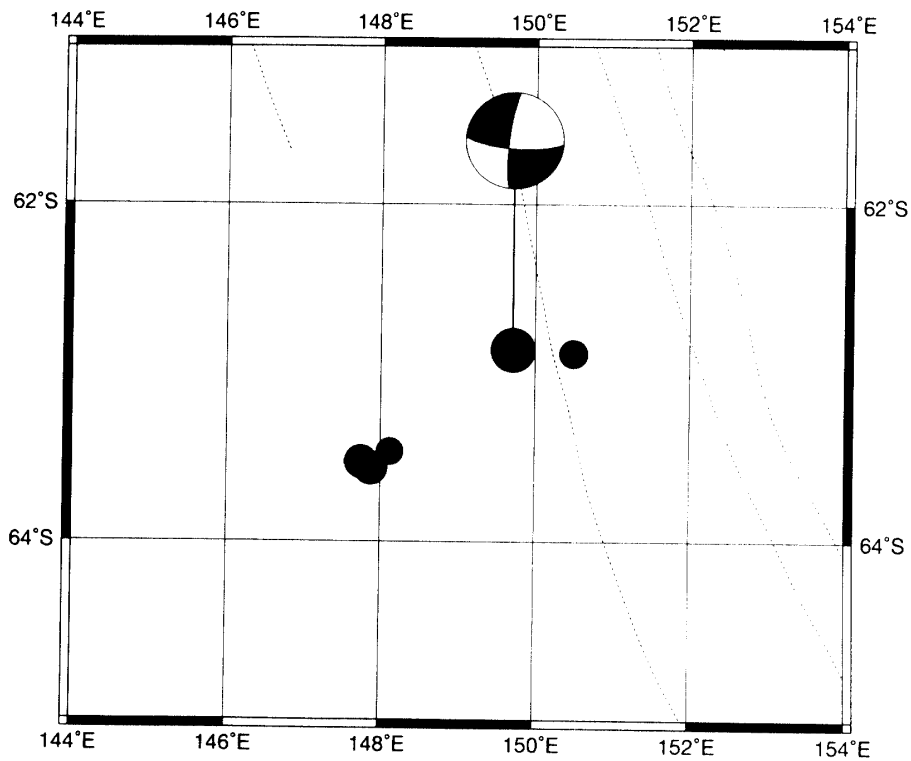


図 3 1998 年 3 月 25 日中に起こった 4 個の余震と本震の位置と本震のメカニズム．点線は海底断層帯
 Fig. 3. The location of the main shock, four aftershocks (small circles) and mechanism of the main shock on March 25, 1998. Dashed lines show fracture zones.

の求めた発震機構も同時に示した。断裂帯の走向から推定すると本震の断層の走向は二つある節面の 187° すなわち南北方向と推定される。しかし余震の分布からは 94° 方向、つまり東西方向とも考えられる。なぜこの地域に巨大地震が起こったのかを含め、今後の課題である。

マグニチュードが 4.6 と、今回の地震の 1000 分の 1 以下の大きさであるが、1996 年 9 月 25 日に、昭和基地北東方約 420 km の海洋底でも、プレート内地震が起こった。この地震も昭和基地が開設されて以来、40 年間で、この付近に震源を有する初めての地震であった（神沼・金尾, 1997, NOGI *et al.*, 1997）。昭和基地一点から求められた震源モデルは、北西-南東に走る横ズレ断層と推定された。そして付近の海底の重力異常も同じ走向に断裂帯が走っていることを示唆している（NEGISHI *et al.*, 1998）。この事実から南極プレート内地震の発生は、その震源域のテクトニクス reflects 反映と考えていたが、現段階では今回の地震でその点を指摘するまでには至っていない。

5. 津 波

この地震による津波の発生についても調べてみた。まず、震源過程が NEIC で得られているような横ズレ断層とすれば、津波が発生してもその振幅は小さいはずである。海上保安庁水路部を通して得た気象庁地震火山部の情報でも、同庁が準リアルタイムでモニターしている南太平洋の島々の検潮観測点では津波波形は認められなかったという。昭和基地の検潮記録では津波の痕跡も得られなかった。

アメリカ国立海水センター（NIC: National Ice Center）から提供された海水情報をもとに

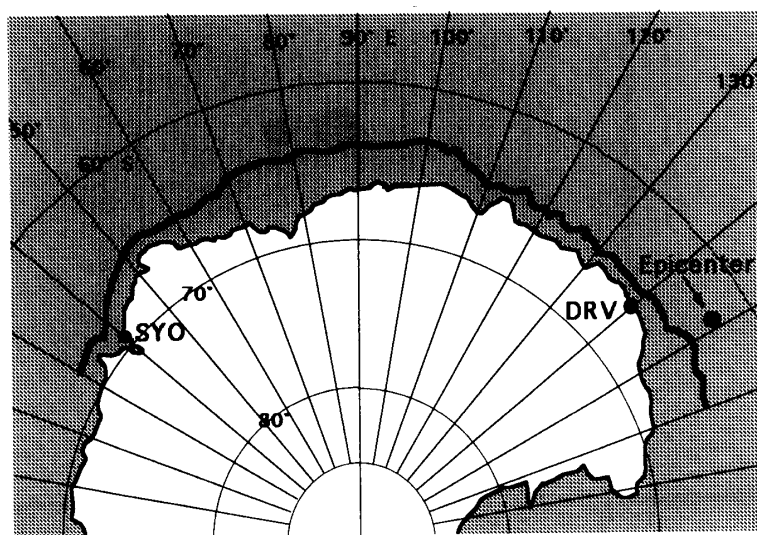


図 4 アメリカ国立海水センターによる 1998 年 3 月 30 日～4 月 3 日を平均した南極大陸周辺の海水分布。太線が海水縁

Fig. 4. A sea ice distribution map averaged in the period March 30–April 3, 1998 by the US National Ice Center. The solid line shows the sea ice edge.

海水氷縁位置をトレースした図を図4に示した。この時期の南極大陸の東経40~150°付近の氷縁は南緯65~66°線に沿っており、大陸沿岸から200~400km程沖合いである。仮に振幅数十センチメートルの津波が起こっていたとしても、この海水によってそのエネルギーは減衰され、昭和基地では記録されなかった可能性も高い。

6. ま と め

1998年3月25日、63°S, 150°E付近に起こったM_s8.0の地震は、これまでに南極プレート内に起こった最大の地震である。フランスのDRV基地では気象庁震度階でⅢ~Ⅳ記録（物が落下）した。1957年の国際地球観測年から南極大陸内で地震観測が約10カ所で継続されている。この地震は南極で観測された火山性地震以外の初めての有感地震であり、M8クラスの大地震である。なぜ、そしてどのような震源過程で、この海域に巨大地震が起こったかは、今後の課題である。

謝 辞

この報告をまとめるにあたり、昭和基地で隊長として越冬している渋谷和雄教授、国立国立極地研究所の野木義史助教授、金尾政紀助手、小林励司COE研究員、この地震が起こった時は国立極地研究所のCOE研究員であった久保篤規氏にご協力頂いた。海水の分布については、牛尾収輝助手にご教示頂いた。

また震源距離の計算は茨木亜裕子さん、原稿の入力・作成は峯岸素子さんが担当した。併記してお礼申し上げる。

文 献

- KAMINUMA, K. (1994): Seismic activity in and around Antarctic continent. *Terra Antarct.*, **1**, 423-426.
神沼克伊・金尾政紀 (1997): 南極・昭和基地付近の局地震. 南極資料, **41**, 643-651.
NEGISHI, H., NOGI, Y. and KAMINUMA, K. (1998): An intraplate earthquake that occurred near Syowa Station, East Antarctica. *Polar Geosci.*, **11** (in press).
NOGI, Y., NEGISHI, H. and KANAO, M. (1997): Seismological bulletin of Syowa Station, Antarctica, 1996. JARE Data Rep., **229** (Seismology 32), 77 p.

(1998年4月17日受付; 1998年6月16日改訂稿受理)